

尤其是无标定量分析实验的精确度和准确度的必需手段。要加快实验和分析的速度,则必须对系统有一个全盘的考虑和安排,提高数据采集和处理的自动化程度。另外,把同步辐射 X 射线荧光分析应用到更广泛的领域中去,如晶体材料、细胞科学、生物大分子等,解决更多更有意义的问题,做出更有水平的实验,也不失为其发展的一个方向。

结合到国内的情况,我们将尽快弥补在硬件方面的不足,如增加聚焦设备以提高入射光的强度,增加低真空以探测原子序数较低的元素所发射的荧光等;提高现有设备的精度和使用效率,如可调狭缝和扫描样品台的改进、提高系统自动化的程度等;争取把全反射和波谱技术应用到同步辐射中来。在考虑硬件的同时,我们要充分发挥国内各方面大协作的优势,多在软件上下功夫,选出好的应用课题,争取在有限的条件下,做出有水平的工作。

[1] 张家骅等,放射性同位素 X 射线荧光分析,原子能出版社,(1981)。
[2] 郭硕鸿,电动力学,人民教育出版社,(1979),277—288。

[3] H. Wink and S. Doniach, Sychrotron Radiation Research, Plenum Press, (1981),1—24。
[4] H. Wink et al., Appl. of Sychrotron Radiation, Proceeding of CCAST Symposium/Workshop, Gordon and Breach Science Publisher, (1989)。
[5] K. Sakurai et al., Analytical Science, 4(1984),37。
[6] R. D. Giauque et al., Advances in X-ray Analysis 28 (1985), 53。
[7] K. W. Jones and B. M. Gordon, Analytical Chemistry, 61(1989), 341A。
[8] A. Iida and Y. Cohshi, KEK Preprint, Feb. (1990), 89—193。
[9] 安庆骧等,光谱学与光谱分析,10-5(1989), 46。
[10] 巢志瑜等,岩矿测试,9-3(1990), 161。
[11] 安庆骧等,岩矿测试,10-2(1991),84。
[12] 钱琴芳等,核技术,14-8(1991), 493。
[13] 李学军等,核技术,15-8(1992),485。
[14] 李学军等,空间科学学报,12-3(1992), 214。
[15] Xiao Yan an et al., Proceeding of International 4th. Beijing Conference and Exhibiyion on Instrumental Analysis (BCEIA), Science Press, (1991), C125。
[16] An Qingxiang et al., Proceeding of International 4th. Beijing Conference and Exhibiyion on Instrumental Analysis (BCEIA), Science Press, (1991), C135。
[17] Wu Yunrong et al., Proceeding of International 4th. Beijing Conference and Exhibiyion on Instrumental Analysis (BCEIA), Science Press, (1991). C139。

DZW 型微伽重力仪的原理和特点

胡国庆

(国家地震局地震研究所,武汉 430071)

一、基本原理和设计思想

高精度重力仪是研究固体潮和地震前兆的一种手段。在地球物理勘探领域内,重力测量也是一种方法。重力测量资料还可用于研究地球形状、地球内部结构、地极移动和地球自转速度的不均匀性等。此外,卫星和导弹轨道的精确计算,也需要空中重力场的精确数据。

本世纪以来,重力仪的精度由毫伽级提高到微伽级,目前国际上普遍使用且精度较高的

重力仪有美国的 Lacoste 重力仪、大地动力型重力仪和前联邦德国的 GS-15型重力仪,这几种重力仪的精度达到了微伽量级。

DZW 型重力仪是我国自行研制设计的第一台高精度重力仪,由于该仪器的精度很高,故可精确地测出太阳和月亮等天体位置变化时引起的重力加速度的变化,可精确地测出固体潮(地球陆地部分的潮汐),从而得到地球动力学和地震学方面的信息。该仪器的研制成功,填补了我国地学仪器的一项空白。该仪器经鉴定其主要技术指标达到国际同类仪器的先进水平。

相对重力仪的基本原理是利用弹性力来平衡重力. 假如重力场发生变化, 弹簧的长度也就相应地发生变化. 因此重力仪必须要有一个高灵敏的测微系统, 从测量摆的位置的变化.

弹簧重力仪测定重力变化的前提是要求弹簧的弹性必须高度稳定. 如果要求重力加速度 g 值的变化达到 $1\mu\text{Gal}$ 的精度, 就必须使弹簧的弹性随时间变化的稳定度达到 10^{-9} . 由于弹簧的弹性随温度而变, 温度效应常常严重地影响重力仪的精度. 因此必须要有一个高精度的控温系统来保证弹性系统的稳定. DZW 型重力仪的弹簧材料采用精密恒弹性合金钢 3J53, 其弹性温度系数 $K=10\times 10^{-6}$. 因此控温系统必须达到 $0.0001\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的精度, 才能保证重力仪达到 $1\mu\text{Gal}$ 的精度. 弹性系统、测微系统和恒温控制系统构成了重力仪的三个主要部分.

目前国际上的高精度重力仪均采用助动系统和机械放大, 用机械方法来放大摆的位移量, 从而提高仪器的灵敏度. 这类仪器的结构复杂, 加工和装调十分困难, 价格昂贵.

作者在设计 DZW 型微伽重力仪时, 没有采用国际上传统的方案和设计思想, 大胆地采用了垂直悬挂的弹性系统. 由于近年来电子技术和传感器技术的飞速发展, DZW 型重力仪中采用高精度的电子测微系统, 测量位移的精度优于 $0.0001\mu\text{m}$, 由于位移测量的精度已足够高, 故可免去助动系统和机械放大, 采用结构上最简单的弹性系统——重直悬挂系统. 因为免除了助动系统和机械放大, 也就免除了助动系统和机械放大所带来的误差, 使仪器具有良好的线性, 灵敏度稳定, 结构简单, 装校方便, 价格较低.

二、结构特点

1. DZW 型重力仪的弹性系统

弹性系统是重力仪最核心的部分, 各种重力仪采用的弹性系统和弹性元件各不相同. 本世纪前叶, 重力仪普遍采用非晶态石英作为弹性材料. 但从 50 年代开始, 由于恒弹性合金钢性物理

能的提高, 重力仪较普遍地采用金属弹簧. DZW 型重力仪采用的弹簧材料为恒弹性合金钢 3J53, 由冶金工业部钢铁研究总院精心研制, 具有较小的弹性温度系数和较小的蠕变.

由胡克定律可导出重力变化时弹簧的相对伸长量:

$$\frac{dx}{x} = \frac{dg}{g}$$

由于 DZW 型重力仪所要达到的精度为 $1\mu\text{Gal}$, 故 $dg/g=10^{-9}$, 所以设计仪器时必须保证 $dx/x\leq 10^{-9}$. 因为该仪器弹簧的拉伸长度为 100mm , 所以位移测量的精度必须优于 $0.0001\mu\text{m}$.

2. DZW 型重力仪的位移测量

为保证重力仪有足够高的精度, 重力仪必须有一个高灵敏的测微系统来测量摆的位置的变化.

美国的 Worden 重力仪、加拿大的 CG-2 型重力仪和国产 ZSM 型重力仪用光学方法测量摆的位移, 测量位移的精度为微米量级.

原联邦德国的 GS-11 型和 GS-12 型重力仪用光电池检测摆的位移, 该方法经精心制作后精度可达 $0.1\mu\text{m}$.

目前高精度重力仪均采用电容式位移传感器, 由于电容式位移传感器具有结构简单、稳定性好、精度高、性能可靠等优点, 因此 Lacoste 重力仪、大地动力型重力仪和 GS-15 型重力仪等高精度仪器均采用电容式位移传感器来测量摆的位移, 这些仪器位移测量的精度为 $0.01\mu\text{m}$. 在 DZW 型仪器中, 电容测微器的精度为 $0.0001\mu\text{m}$.

该电容测微器中采用了感应变压器和锁相放大器, 使位移测量的精度大大提高. 感应变压器两次级绕组的电压做到严格相等. 另外, 由于电容测微器传感器的输出信号很小, 信噪比低, 在电路中采用锁相放大器, 可以有效地滤除噪声和干扰对测量精度的影响.

3. DZW 型重力仪的控温系统

Lacoste 重力仪、大地动力型重力仪和 GS 型重力仪的控温精度为 $0.01\text{ }^{\circ}\text{C}$, 由于控温精度

不够,还需采用温度补偿来进一步减小环境温度变化对仪器的影响.由于温度补偿的重力仪不可能在一个较宽的范围内补偿得很好,因此这些重力仪需寻找最佳工作点,在最佳工作点上,温度变化对仪器的影响最小. Lacoste 重力仪的最佳温度点在 55°C 附近.

DZW 型重力仪采用高精度控温,控温精度优于 0.0001°C ,因而毋需温度补偿.由于没有温度补偿,因此仪器工作温度的选择较为自由,只需工作温度高于环境温度即可.

设计高精度的恒温控制器必须注意以下五个方面:(1)选用性能十分稳定的热敏元件;(2)采用合理的热结构;(3)采用低漂移和高输入阻抗的前置放大;(4)要有高的环路增益;(5)选用恰当参数的控制电路.

在 DZW 型重力仪的控温系统中,通过工艺措施使热敏电阻与加热丝之间热耦合的时间常数尽可能地小(时间常数小于 2s).时间常数愈小,控制环路愈稳定,环路增益可以更高,并可免去控温系统中的校正网络.因此 DZW 型

重力仪的控温电路显得特别简单.(在国内外的许多文献中,高精度的控温电路一般都需用校正网络来稳定控制环路.)

热敏电阻采用美国 Yellow Spring 公司生产的44008型热敏电阻,在恒温条件下的月漂移小于 0.0001°C .

热敏电阻自热温升的变化会导致控温误差.在该仪器的控温系统中,通过电路设计和工艺措施,降低自热温升的绝对量和相对变化量,使自热温升的变化量小于 0.0001°C .

此外,我们发现气压变化会引起热敏电阻自热温升的变化.气压下降时,自热温升则增大,为此,我们将热敏电阻密封,以防止气压变化对控温精度的影响.

在 DZW 型重力仪中,对热结构进行合理的设计,故该仪器受环境温度变化的影响显著地减小.当气温剧变时,原联邦德国 GS 型重力仪为此不能正常工作,而置于同一实验室内 DZW 型重力仪却不受影响.

普朗克的第二次量子假设

王晓明

(盐城师范专科学校物理系,盐城 224002)

1900年12月14日,德国理论物理学家马克思·普朗克在德国物理学会上公布了他的第一次量子假设,这一假设的提出大大改变了物理学的进程,人们习惯地把这一天称之为量子概念的诞生纪念日;而在1911年2月3日,普朗克又一次提出了量子假设,我们把它称之为第二次量子假设.量子假设使物理学发生了一场深刻革命,这是众所周知的,但许多人对普朗克的第一次量子假设做了大量研究,而对普朗克为什么提出第二次量子假设却很少有人问津,并存在一些误解,认为普朗克提出第二次量子假设的行动是一种退却行动,在量子问题上普朗克一直持保守态度.对此我不敢苟同,并想对这一

问题进行初步探讨.

一、第一次量子假设提出后的反应

在1900年普朗克提出第一次量子假设后的几年时间内,人们对这一假设的反应几乎等于零.这可从当时的文献反映出来.人们只是在一定程度上接受了他的黑体辐射定律,而对他的黑体辐射定律的理论解释考察很少.即使普朗克本人也认为“这纯粹是一个形式上的假设,我实际并没有对它想得太多,而只是想到,要不惜任何代价得出一个积极的成果来.”^[1]

直到1905年情况才开始出现转机.1905年3